

## Excitation arrangement for a long stator drive

**Publication number:** DE3410119

**Publication date:** 1985-10-03

**Inventor:** HOLZINGER GERHARD DIPL ING (DE); MEINS  
JUERGEN DIPL ING DR (DE); MILLER LUITPOLD ING  
GRAD (DE)

**Applicant:** THYSSEN INDUSTRIE (DE)

**Classification:**

- international: **B60L13/10; H02K41/03; B60L13/00; H02K41/03;**  
(IPC1-7): H02K41/00; B60L13/00

- european: B60L13/10; H02K41/03

**Application number:** DE19843410119 19840320

**Priority number(s):** DE19843410119 19840320

**Also published as:**

EP0156013 (A2)  
US4636667 (A1)  
SU1565343 (A3)  
JP60213259 (A)  
EP0156013 (A3)

more >>

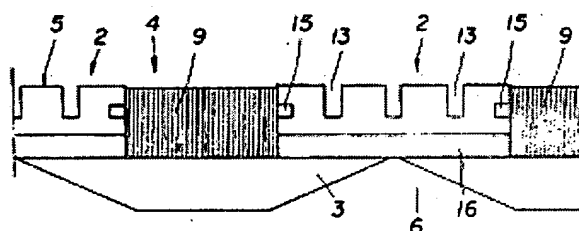
**BEST AVAILABLE COPY**

**Report a data error here**

Abstract not available for DE3410119

Abstract of corresponding document: **US4636667**

An excitation arrangement for a long stator drive for rapid transit systems has combined generation of propulsive and portative forces. The arrangement comprises at least one heteropolar magnet which has a plurality of channels extending at right angles relative to the direction of the long stator, the channels being open at their pole plane lying opposite the long stator and magnetic coils are located in the channel. The channels have a rectangular cross section extending up to the pole plane and the conductors of the magnetic coils are wound in tight contact with one another and with the channel walls on the side of the poles. The magnet comprises at least one recess extending parallel to the channels beneath the pole plane.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

①2 **Offenlegungsschrift**  
①1 **DE 3410119 A1**

⑤1 Int. Cl. 4:  
**H02K 41/00**  
B 60 L 13/00

⑦1 Aktenzeichen: P 34 10 119.5  
⑦2 Anmeldetag: 20. 3. 84  
④3 Offenlegungstag: 3. 10. 85

DE 3410119 A1

⑦1 Anmelder:

Thyssen Industrie AG, 4300 Essen, DE

⑦4 Vertreter:

Eberhard, F., Dipl. Phys. Dr. Ing., Pat. Anw., 4300  
Essen

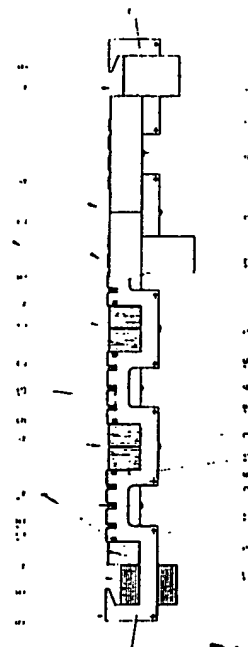
⑦2 Erfinder:

Holzinger, Gerhard, Dipl.-Ing., 8000 München, DE;  
Meins, Jürgen, Dipl.-Ing. Dr., 8011-Baldham, DE;  
Miller, Luitpold, Ing.(grad.), 8012 Ottobrunn, DE

Eibliotheek  
Bur. Ind. Eigendom  
13 NOV. 1985

⑤4 Erregeranordnung für einen Langstatorantrieb

Die Erfindung betrifft eine Erregeranordnung für einen Langstatorantrieb, insbesondere Synchron-Langstatorantrieb für Schnellverkehrssysteme mit kombinierter Erzeugung von Vortriebs- und Tragkräften, mit wenigstens einem Wechseipol-Magneten (1), der mehrere quer zur Langstatorrichtung verlaufende Nuten (4) aufweist, die an ihrer dem Langstator gegenüberliegenden Polebene (5) offen sind und in denen die Leiter (9, 10, 12) zugeordneter Magnetspulen verlegt sind. Um das als ungefederte Masse zu betrachtende Magnetgewicht zu reduzieren, ohne daß die Eigenschaften des Magneten (1) darunter leiden, sollen die Nuten (4) einen sich bis zur Polebene erstreckenden rechteckigen Querschnitt besitzen, sollen die Leiter (9, 10, 12) der Magnetspulen in engen Kontakt untereinander sowie zu den Nutenwänden (11) verlegt sein und soll der Magnet unterhalb seiner Polebene (5) wenigstens eine sich parallel zu den Nuten erstreckende Ausnehmung (6) aufweisen.



COPY

BAD ORIGINAL

DE 3410119 A1

Patentansprüche:

- 5 1. Erregeranordnung für einen Langstatorantrieb, insbesondere Syn-  
chron-Langstatorantrieb für Schnellverkehrssysteme mit kombinierter  
Erzeugung von Vortriebs- und Tragkräften - mit wenigstens einem  
Wechseipol-Magneten, der mehrere quer zur Langstatorrichtung ver-  
laufende Nuten aufweist, die an ihrer dem Langstator gegenüber-  
10 liegenden Polebene offen sind und in denen die Leiter zugeordneter  
Magnetspulen verlegt sind, dadurch gekennzeichnet, daß die Nuten  
(4) einen sich bis zur Polebene (5) erstreckenden rechteckigen  
Querschnitt besitzen, daß die Leiter (10) der Magnetspulen (9)  
in engem Kontakt untereinander sowie zu den Nutwandungen (11) ver-  
15 legt sind, und daß der Magnet (1) unterhalb seiner Polebene (5)  
wenigstens eine sich parallel zu den Nuten (4) erstreckende Aus-  
nehmung (6) aufweist.
2. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Leiter  
20 der Magnetspulen (9) aus Bändern (10) bestehen, deren Bandbreite  
der Tiefe der Nut (4) entspricht.
3. Anordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die  
Bänder (10) direkt um die zwischen benachbarten Nuten (4) gebilde-  
25 ten Pole (2) gewickelt sind.
4. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 - 3, dadurch gekennzeichnet,  
daß die Ausnehmungen (6) unter den Polen (2) des Magneten (1) an-  
geordnet sind.
- 30 5. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 - 4, dadurch gekennzeichnet,  
daß die Leiter (10) der Magnetspulen (9) an den Endpolen (7,8)  
jedes Magneten (1) um den Magnetrücken (3) gewickelt sind.
- 35 6. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 - 5 mit in zugeordneten Nuten  
der Pole eingelegten Lineargeneratorwicklungssträngen, dadurch  
gekennzeichnet, daß die Lineargeneratorwicklungsstränge (14) wenig-  
stens teilweise in an den polseitigen Nutwandungen (11) angeord-  
neten Nuten (13) verlegt sind.

- 5 7. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 - 6 mit Permanentmagneten zur Erzeugung stationärer Magnetkräfte, dadurch gekennzeichnet, daß Permanentmagnete (16) im Magnetrücken (3) unterhalb der Magnetspulen (9) oder in den Polen (2) neben den Magnetspulen (9) angeordnet sind.
- 10 8. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 - 7, dadurch gekennzeichnet, daß zur Unterdrückung des Nutungseinflusses die Magnetpolteilung gegenüber der Statorpolteilung vergrößert ist.
- 15 9. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 - 8, dadurch gekennzeichnet, daß metallische Platten (17) zwischen den Magnetpolen (2) und den Magnetspulen (9) angeordnet sind.
- 20 10. Anordnung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die metallischen Platten (17) elektrisch leitend mit den Magnetspulen (9) verbunden sind und die elektrische Isolation zwischen der metallischen Platte (17) und dem Magnetpol (2) angeordnet ist.

25

30

35

40

COPY

300004

3

3410119

Essen, den 14.3.1984

PZ 3355 Fö/bk

5

Thyssen Industrie AG

Am Thyssenhaus 1

4300 Essen 1

10

### Erregeranordnung für einen Langstatorantrieb

Die Erfindung betrifft eine Erregeranordnung für einen Langstatorantrieb, insbesondere Synchron-Langstatorantrieb für Schnellverkehrssysteme mit kombinierter Erzeugung von Vortriebs- und Tragkräften,

15 - mit wenigstens einem Wechseipol-Magneten, der mehrere quer zur Langstatorrichtung verlaufende Nuten aufweist, die an ihrer dem Langstator gegenüberliegenden Polebene offen sind und in denen die Leiter zugeordneter Magnetspulen verlegt sind.

20 Bei einer bekannten Erregeranordnung (DE-OS 30 41 940) für Schnellverkehrsmagnetschwebefahrzeuge besteht jeder Magnet aus einem durchgehenden Magnetrücken, von dem Polschäfte ausgehen, die an ihren Enden verbreiterte Polschuhe tragen. In den zwischen den Polschäften verbleibenden Nuten sind die vorgefertigten Magnetspulen angeordnet, die  
25 auf gesonderte Wickelkörper gewickelt sind und jeweils als Formspulen in die Magnete eingebaut sind. Weil dadurch der Nutquerschnitt nicht vollständig ausgefüllt ist, ergibt sich ein ungünstiger Füllfaktor. Die Anordnung insgesamt führt zu vergleichsweise großen Magnetgewichten, durch welche die dynamischen Eigenschaften der Schwebbahn ungünstig beeinflusst werden.  
30

Aufgabe der Erfindung ist es, das als ungefederte Masse zu betrachtende Magnetgewicht zu reduzieren, um die dynamischen Eigenschaften zu ver-

35

bessern. Dabei sollen die Eigenschaften des Magneten nicht verschlechtert werden.

5

Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, daß die Nuten einen sich bis zur Polebene erstreckenden rechteckigen Querschnitt besitzen, daß die Leiter der Magnetspulen in engem Kontakt untereinander sowie zu den Nutwandungen verlegt sind, um daß der Magnet unterhalb seiner Polebene  
10 wenigstens eine sich parallel zu den Nuten erstreckende Ausnehmung aufweist.

Diese Anordnung ermöglicht es, den verfügbaren Nutenquerschnitt vollständig mit dem Magnetspulenmaterial auszufüllen. Das kann zwar zu  
15 einer etwas größeren Bauhöhe des Magneten führen, das Magnetgewicht läßt sich jedoch dadurch reduzieren, daß unterhalb der Polebene eine oder mehrere sich parallel zu den Nuten erstreckende Ausnehmungen angeordnet werden. Das hat außerdem den Vorteil, daß die mittlere Eisenweglänge des magnetischen Kreises unterhalb der Polebene verkürzt und  
20 dadurch der magnetische Spannungsabfall im Eisenkreis verringert wird.

Nach bevorzugter Ausführung sollen die Leiter der Magnetspulen aus Bändern bestehen, deren Bandbreite der Tiefe der Nut entspricht. Diese Bänder können direkt um die zwischen benachbarten Nuten gebildeten  
25 Pole bzw. Polschäfte gewickelt werden. Dadurch wird der Füllfaktor erhöht und die Spulenhöhe gegenüber bekannten, mit Polschuhen ausgestatteten Magneten vergrößert. Ferner wird durch direkten nur elektrisch isolierten Kontakt der Magnetspule mit dem Polschaft der thermische Übergangswiderstand zwischen Magnetspule und Polschaft verringert,  
30 so daß ein wesentlicher Anteil der in der Magnetspule entstehenden Verlustleistung über das Magneteisen abgeführt werden kann. Da die maximal zulässige Magnetspulentemperatur auch ein Auslegungskriterium für die zulässige Stromdichte ist, kann bei verbesserter Wärmeableitung die Stromdichte erhöht werden.

35

Die gewichtssparenden Ausnehmungen werden zweckmäßig unter den Polen des Magneten angeordnet, wobei im Einzelfall die Ausnehmungen auch bis in den Polschaft hineinreichen können.

40

Bedingt durch die Wechseipolanordnung sind die Endpole eines Magneten als Halbpole ausgebildet. Der Raum zwischen benachbarten Enden zweier Magnete entspricht, abhängig von einer gewählten Polverstimmung, etwa einer Statorpolteilung. Zur Vermeidung von Überschneidungen des Spulenraums von Magnetspulen an den Endpolen benachbarter Magnete ist es günstig, wenn die Leiter der Magnetspulen an den Endpolen jedes Magneten um den Magnetrücken gewickelt sind. Zusätzlich ergibt sich bei einem Spulenhöhen-/Spulenbreitenverhältnis kleiner als 1 durch Verkürzung der mittleren Windungslänge eine Gewichtsreduzierung der Magnet-  
spule am Endpol.

Zur berührungslosen Energieauskopplung in Schnellverkehrsmagnetschwebefahrzeugen werden Lineargeneratorwicklungen in zugeordnete Nuten auf der die Polebene bildenden Seite der Polschuhe eingelegt. Im Luftspalt zwischen Polschuh und genutetem Langstator erfolgt bei Relativbewegungen eine Modulation der Flußverteilung. Dadurch wird in den Lineargeneratorwicklungen eine Spannung induziert, die über geeignete Gleichrichterschaltungen zur teilweisen oder vollständigen Deckung des Fahrzeugenergiebedarfs herangezogen wird. Diese Lineargeneratorwicklungsstränge können vorteilhaft wenigstens teilweise in an den polseitigen Nutwandungen angeordneten Nuten verlegt sein.

Weisen derartige Erregeranordnungen auch Permanentmagnete zur Erzeugung stationärer Magnetkräfte auf, so wird die zur Erzeugung von stabilisierenden Kräften erforderliche Erregung durch zusätzliche Magnetspulen aufgebracht. Nach bevorzugter Ausführung sollen die Permanentmagnete im Magnetrücken unterhalb der Magnetspulen oder in den Polen neben den Magnetspulen angeordnet sein, so daß eine Ausbildung des Magnetpols in der beschriebenen Weise erfolgen kann.

Bei bekannten Erregeranordnungen ist die Magnetpolteilung gegenüber der Langstatorteilung verkleinert, um durch Versatz der Magnetpole Tragkraftschwankungen des gesamten Magneten infolge der Schwankungen des magnetischen Leitwerts zwischen dem Polschuh und der genuteten Reaktionschiene zu minimieren. Diese Abweichung führt aber zu einer Abweichung des Polwinkels zwischen Antrieb und Magnet und somit zu einer Einbuße an Schubkraft.

Die Magnetpolteilung kann aber gegenüber der Statorpolteilung auch vergrößert sein. Eine Vergrößerung der Magnetpolteilung hat bei gleichen Abweichungen des Polwinkels zwischen Antrieb und Magnet den Vorteil, daß die Polücke verlängert wird und somit bei gegebenem Nutquerschnitt die Nuthöhe niedriger gewählt werden kann. Die Folge davon ist eine niedrigere Magnethöhe bei insgesamt verlängerten Einzelmagneten. Weiterhin nimmt auch die Polstirnstreuung ab. Damit kann aufgrund der geringeren magnetischen Belastung des Eisenkreises die Polschaftfläche kleiner gewählt werden. Auch das führt zu einer Verringerung des Magneteisengewichtes.

Zur Abführung der in den Magnetspulen entstehenden Verluste sind vorteilhaft metallische Platten zwischen den Magnetpolen und den Magnetspulen angeordnet.

Die metallischen Platten sind im Sinne einer guten thermischen Kopplung elektrisch leitend mit den Magnetspulen verbunden, und die elektrische Isolation ist zwischen der metallischen Platte und dem Magnetpol angeordnet.

Im folgenden wird ein in der Zeichnung dargestelltes Ausführungsbeispiel der Erfindung erläutert; es zeigen:

- 25 Fig. 1 in schematischer Darstellung und teilweise geschnitten einen Wechseipol-Magneten für eine Erregeranordnung eines Synchron-Langstatorantriebs,  
Fig. 2 teilweise eine andere Ausführung des Gegenstandes nach Figur 1,  
30 Fig. 3 teilweise eine weitere Ausführung des Gegenstandes nach Figur 1.

Der in der Zeichnung dargestellte Magnet 1 besitzt einen mäanderförmigen Querschnitt mit mehreren im Abstand voneinander angeordneten Polen 2, die sich in Längsrichtung eines nicht dargestellten, genutzten Langstators erstrecken. Die Pole 2 sind untereinander jeweils über einen Abschnitt eines Magnetrückens 3 vereinigt. Über den Abschnitten



30.07.41

7

- 5 -

3410119

des Magnetrückens 3 befinden sich quer zum Magneten 1 verlaufende Nuten 4 mit rechteckigem Querschnitt, die sich jeweils bis zu der von  
5 der Oberseite des Magneten 1 gebildeten Polebene 5 erstrecken. Unter den Polen 2 befinden sich Ausnehmungen 6, die sich ebenfalls über die gesamte Breite des Magneten 1 erstrecken. In Längsrichtung wird der Magnet 1 von Endpolen mit Polschäften 7 und aufgesetzten, verlängerten Polschuhen 8 begrenzt. Die Polschuhe 8 erstrecken sich über einen Teil  
10 der benachbarten Nut 4.

In die Nuten 4 sind jeweils Magnetspulen 9 eingelegt, die aus Bändern 10 bestehen, deren Bandbreite etwa der Tiefe der Nut 4 entspricht. Die Bänder 4 sind elektrisch isoliert direkt um die Pole 2 gewickelt, -  
15 und zwar in engem Kontakt untereinander sowie zu den polseitigen Nutwandungen 11. Wie dargestellt, sind die Nuten 4 vollständig von den Magnetspulen 9 ausgefüllt.

Im Bereich der den Endpolen benachbarten Nuten 4 sind Magnetspulen 12  
20 ebenfalls aus Bändern um den zugeordneten Abschnitt des Magnetrückens 3 gewickelt.

Auf der die Polebene 5 bildenden Oberseite der Pole 2 befinden sich kleinere Nuten 13 zur Aufnahme von Lineargeneratorwicklungssträngen 14.  
25 Weitere Lineargeneratorwicklungsstränge 14 sind in Nuten 15 untergebracht, die in die nutseitigen Polwandungen eingelassen sind.

In den Figuren 2 und 3 ist zusätzlich die Anordnung von Permanentmagneten 16 dargestellt, die bei der Ausführung nach Figur 2 unter den  
30 Polen 2 und bei der Ausführung nach Figur 3 unter den Nuten 4 angeordnet sind. Die Permanentmagnete werden von den Magnetspulen 9 erregt.

Nicht dargestellt ist, daß die bei gegenüber dem Langstator zur Unterdrückung des Nutungseinflusses erforderliche Verstimmung der Magnetpolteilung durch eine Vergrößerung der Teilung der Pole 2 des Magneten 1 erreicht ist.  
35

COPY

Mit der dargestellten Erregeranordnung läßt sich das Magnetgewicht wesentlich reduzieren, weil durch Vergrößerung der Magnelpolteilung die Polllücke verlängert wird und bei gegebenem Nutquerschnitt die Nuttiefe kleiner gewählt werden kann. Dadurch nimmt auch die Polstirnstreuung ab, so daß wegen der geringeren magnetischen Belastung des Eisenkreises der Eisenquerschnitt verkleinert werden kann. Da der Nutquerschnitt vollständig vom Spulenmaterial ausgefüllt ist, kann die Bauhöhe des Magneten 1 insgesamt verringert werden. Eine zusätzliche Reduzierung des Gewichtes ergibt sich aus den Ausnehmungen 6 unter den Polen 2 mit dem Vorteil, daß die mittlere Eisenweglänge des magnetischen Kreises unterhalb der Polebene 5 verkürzt und der magnetische Spannungsabfall verringert wird. Der thermische Übergangswiderstand zwischen den Magnetspulen und den Polen ist durch den engen Kontakt zwischen Magnetspule und Polwandung ebenfalls verringert, so daß die Verlustleistung vermehrt über das Magneteisen abgeführt werden kann. Das ermöglicht eine Erhöhung der Stromdichte bei gleichbleibendem oder verringertem Magnetgewicht.

20

25

30

35

40

COPY

3410119

Essen, den 14.3.1984

BEZUGSZEICHENLISTE

- 1 Magnet
- 2 Pole
- 3 Magnetrücken
- 4 Nuten
- 5 Polebene
- 6 Ausnehmungen
- 7 Polschäfte
- 8 Polschuhe
- 9 Magnetspulen
- 10 Bänder
- 11 Nutwandungen
- 12 Magnetspulen
- 13 Nuten
- 14 Lincargeneratorwicklungsstränge
- 15 Nuten
- 16 Permanentmagnete
- 17 metallische Platte

COPY

Nummer:  
Int. Cl. 3:  
Anmeldetag:  
Offenlegungstag:

34 10 119  
H 02 K 41/00  
20. März 1984  
3. Oktober 1985

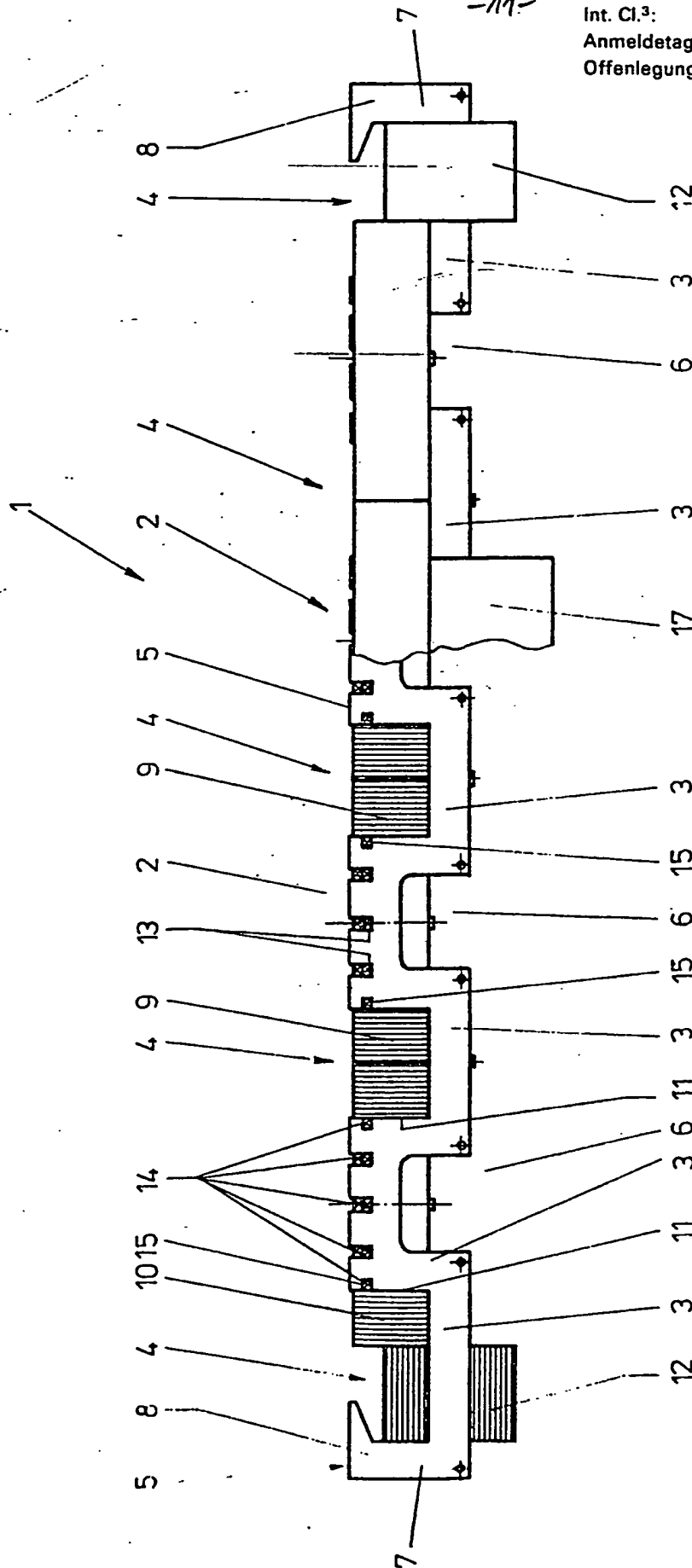


Fig. 1

COPY

Fig. 2

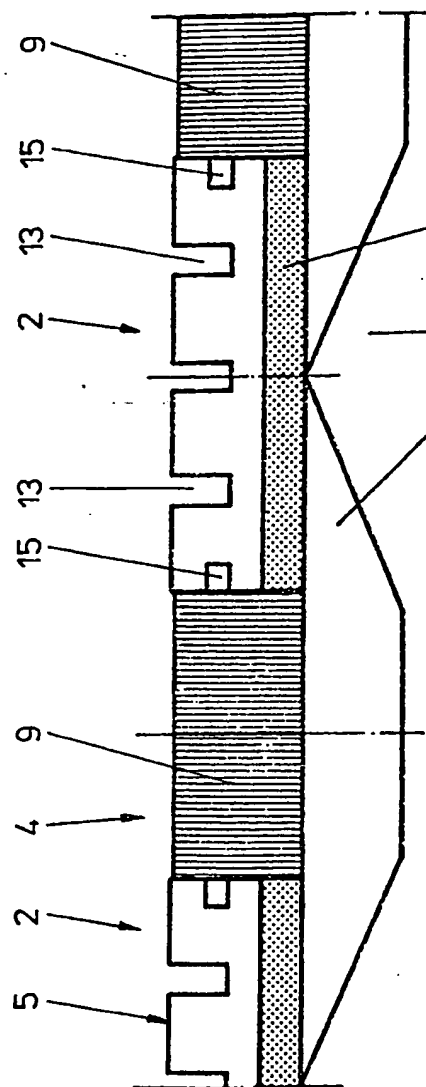
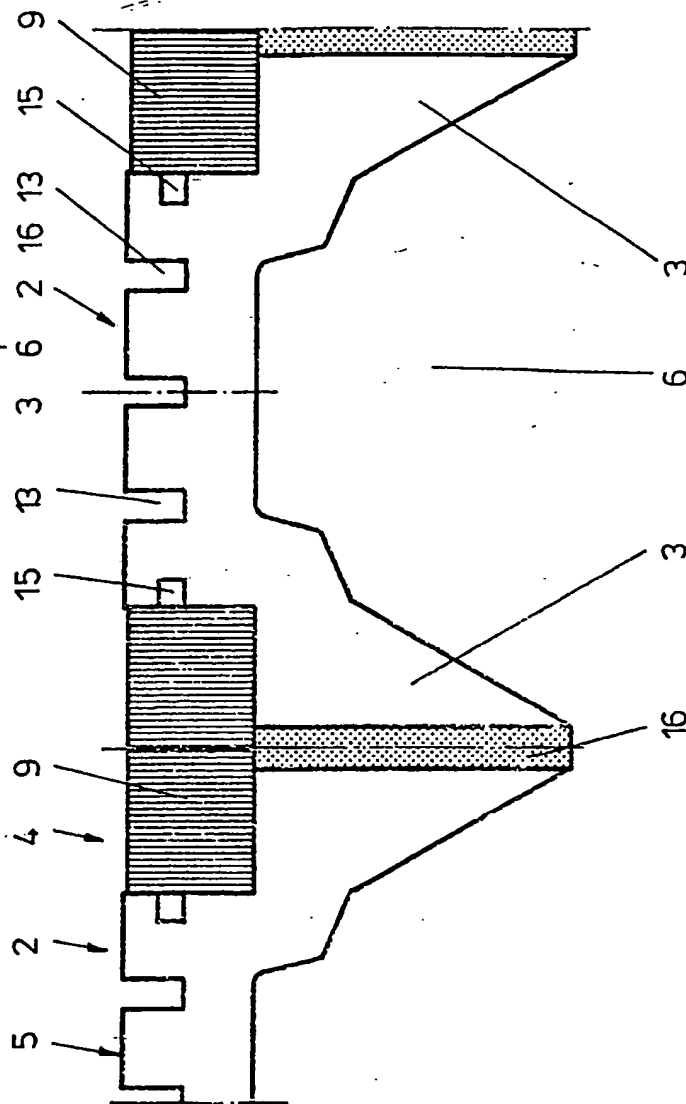


Fig. 3



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**